

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby

Katedra oděvnictví

**ELEKTRICKY VODIVÉ NITĚ – JEJICH VLASTNOSTI A VYUŽITÍ PŘI
IMPLEMENTACI ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ DO ODĚVU**

**CONDUCTIVE THREADS - THEIR PROPERTIES AND USE FOR THE
IMPLEMENTATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT TO DRESS**

Veronika Vojáčková

KOD/2012/01/1 BS

Vedoucí práce: Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc. (TU Liberec)

Počet stran textu: 63

Počet obrázků: 22

Počet tabulek: 8

Počet příloh: 5

ORIGINÁL ZADÁNÍ PRÁCE

1. Stručně definujte základní charakteristiky délkových textilií.
2. Proved'te rešerši na téma elektricky vodivé nitě – uveďte jejich elektrické parametry, použitý materiál. Porovnejte jejich vlastnosti s vlastnostmi klasických nití.
3. Uveďte možnosti využití elektricky vodivých nití v oděvech
4. Zhodnoťte dosažené výsledky.

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom/a toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 1. října 2009

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing.doc., CSc. Havelkovi za odborné vedení, konzultace, trpělivost, ochotu, návrhy a podnětné připomínky k práci. Za cenné rady a poskytnutí spolupráce děkuji i p. Rulcové, která pomáhala při mé práci.

Ráda bych také poděkovala i těm, kteří přímo i nepřímo nebo dokonce nevědomky napomohli vzniku této práce.

A v neposlední řadě rodině, která mě podporovala po celou dobu studia na vysoké škole.

Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřená na elektricky vodivé nitě, jejich uplatnění a využití v oděvech.

Teoretická část práce je zaměřená na vývoj elektricky vodivých nití a jejich využití v praxi.

Experimentální část je zaměřená na postup tvorby vodivých drah aplikované na oděvní materiál pomocí šicí techniky.

Součástí práce je ověření, zda elektrické vlastnosti vodivých drah odolávají chemickému čištění a měření vodivosti.

Klíčová slova

Vodivé dráhy, inteligentní textilie, elektrické vlastnosti, elektrický odpor, vodivé materiály, inteligentní oděvy.

Annotation

This thesis is focused on electrically conductive yarns, their implementation and use in clothing.

The theoretical part focuses on the development of electrically conductive yarns and their use in practice.

The experimental part focuses on a production of conductive tracks applied to the textile material using sewing techniques.

Another part of this work is to verify the resistance of electrical properties of conductive tracks against chemical cleaning and measurement of conductivity.

Key words

Conductive tracks, intelligent textiles, electrical properties, electrical resistance, conductive materials, smart clothes.

Seznam značek a zkratk

dtex.....decitex

Ωohm

UVultrafialové záření

IČinfračervené záření

Obsah

Teoretická část práce	10
1. DÉLKOVÉ TEXTILIE	10
1.1. Základní názvy textilních surovin, přádelnických polotovarů a výrobků.....	10
2. INTELIGENTNÍ MATERIÁLY	11
2.1. Intelligence	11
2.2. Inteligentní textilie - smart textilie	13
2.2.1. Klasifikace inteligentních textilií.....	13
2.2.2. Příklady použití inteligentních textilií.....	14
2.3. Inteligentní oděvy	15
2.3.1. Inteligentní bunda	16
2.3.2. Inteligentní košile.....	17
2.3.3. Inteligentní podprsenky	18
2.3.4. Dětský obleček s čidly	19
2.3.5. Systém Life shirt se životně důležitými údaji	19
2.3.6. Plavky s Indikátorem slunečního záření.....	20
2.3.7. Solární panely u oděvů a jejich další využití.....	20
2.3.8. Textilní klávesnice	21
2.4. Aplikace v inteligentních textiliích.....	22
3. SNÍMÁNÍ VELIČIN	23
3.1. Možnosti snímání různých veličin.....	23
3.1.1. Senzory.....	24
3.1.2. Jednotky na zpracování dat	25
3.1.3. Ovládací prvky (aktuátory).....	25
3.1.4. Akumulátory.....	25
3.1.5. Jednotky komunikace.....	26
3.2. Vodivé materiály	26
3.2.1. Výhody textilií ve využití umělé inteligence v systémech.....	27
3.2.2. Inteligentní textilní čidla	28
Praktická část práce.....	29
4. Etapy praktické části.....	29
4.1. Rozbor použitých materiálů	29
4.2. Měření elektrického odporu	30
4.2.1. Naměřené hodnoty elektrického odporu	32
4.3. Návrh zhotovení elektricky vodivých drah	33
4.3.1. Popis použitých stehů.....	33
4.3.2. Zhotovení elektricky vodivých drah, použití.....	35
4.4. Ukončení elektricky vodivých drah.....	38
4.4.1. Ukončení měděného drátu.....	39
4.5. Údržba elektricky vodivých drah pracím cyklem a sušením	41
4.5.1. Používané přístroje při údržbě	41
4.6. Měření a porovnávání změn elektrického odporu při údržbě	42
Závěr.....	46
5. Literatura.....	47

6. Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh	48
Seznam obrázků	48
Seznam tabulek.....	49
Seznam grafů	49

Úvod

V současné době se textilní průmysl zabývá nejvíce rozvojem inteligentních textilií. Neustále se vyvíjí nové materiály, technologie jejich výroby a možnosti jejich využití.

Výrobci vymýšlejí neuvěřitelné možnosti aplikování elektroniky do oděvních výrobků, které se využijí ke speciálním účelům v mnoha oborech. K rozvoji dochází hlavně u oděvů, které mají plnit speciální funkce. Ať už tyto funkce souvisí s komfortem oděvu nebo tvoří funkci ochrannou před vnějším prostředím, nebo oděvy, které umí zaznamenat naše životní funkce, reagovat na různé podněty, vysílat signály, nebo pomocí solárních panelů, připevněných na oděvu, nabíjet například mobilní telefon či MP3 přehrávač. Tyto oděvy již jsou k dispozici ve zdravotnictví, v armádě, v letectví, ve vrcholovém sportu a v současné době se pomalu začínají dostávat i mezi běžné uživatele.

Do těchto oděvů se integrují miniaturní elektronické součástky např. čidla, mikročipy, senzory, které zjišťují vnější působení a pak vyvolávají určitou odezvu. Je také možnost použití speciálních materiálů - jako vodivá vlákna - či vlákna z vodivých polymerů.

Vývoj těchto oděvů jde stále dopředu. Výrobci se snaží zakomponovat určité vlastnosti budoucího oděvu nejen při vlastní výrobě oděvů, ale již ve výrobě vláken, přízí a textilií. Z toho důvodu se textilní průmysl spojuje čím dál víc s dalšími vědními obory, a tím vzniká mnoho zajímavých možností řešení výroby těchto inteligentních oděvů.

Tato bakalářská práce je v teoretické části zaměřena na inteligentní materiály a oděvy, jejich využití v praxi a snímání veličin. V praktické části je zaměřena na tvorbu vodivých drah pomocí šicí techniky, včetně zakončení těchto drah a následné zkoušky údržby. Během celého procesu zkoušky údržby je u vodivých drah zjišťována vodivost a zároveň elektrický odpor.

TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

1. DÉLKOVÉ TEXTILIE

Délková textilie je označení pro veškeré textilie, které převládají v délkových rozměrech oproti rozměrům šířkovým.

1.1. Základní názvy textilních surovin, přádelnických polotovarů a výrobků

Vlákno – jemná a tenká délková textilie, která se dělí na spřadatelná, nekonečná a nespřadatelná

Vlákenná surovina – jsou vlákna přírodního původu v surovém nevyčištěném stavu

Vločka – chomáček vlákenné suroviny o malé hmotnosti, získává se během rozvolňování, čechrání

Rouno – vlákenná vrstva vytvořená z chomáčků

Pavučina – tenká vlákenná vrstva vytvořená z vláken sejmutých z mykacího stroje

Pramen – délková textilie ze spřadatelných vláken spojených vzájemně přirozenou soudržností

Přást – délková textilie ze spřadatelných vláken zpevněných zaoblováním nebo mírným zákrutem

Příze – délková textilie ze spřadatelných vláken zpevněná zakroucením při předení

Kabel – délková textilie z nekonečných chemických vláken o celkové tloušťce vyšší než 10ktex

Kabílek – délková textilie z nekonečných chemických vláken o jemnosti 2000 až 10000dtex

Hedvábí – délková textilie z nekonečných chemických vláken o jemnosti menší než 2000dtex

Nit – obecný název pro délkovou textilií ze staplových nebo nekonečných vláken

U délkových textilií se měří jemnost, která se vyjadřuje jako vztah mezi jejich hmotností a délkou. Běžně se jemnost vyjadřuje v jednotkách **tex**, nebo jejich násobcích a podílech.

Jemnost 1 tex tedy znamená, že délka 1 km délkové textilie má hmotnost 1g [1].

2. INTELIGENTNÍ MATERIÁLY

2.1. Intelligence

Pojem intelligence je velmi složité definovat. Intelligence vznikla z latinského *interlegere*, což znamená rozlišovat, poznávat a chápat. Intelligence je charakteristickou vlastností některých živých organismů. Vznikla a postupně se vyvíjela v průběhu dlouhého intervalu a dnes umožňuje některým organismům reagovat na složité projevy prostředí a aktivně je využívat ve svůj prospěch a k dosažení svých cílů (Mikulecký, Ponce, 1996) [2].

Umělá intelligence je obor informatiky zabývající se tvorbou strojů vykazujících známky inteligentního chování.

Alternativní definice:

- 1) umělá intelligence je označení uměle vytvořeného jevu, který dostatečně přesvědčivě připomíná přirozený fenomén lidské intelligence
- 2) umělá intelligence označuje tu oblast poznávání skutečnosti, která se zabývá hledáním hranic a možností symbolické, znakové reprezentace poznatků a procesů jejich nabývání, udržování a využívání
- 3) umělá intelligence se zabývá problematikou postupů zpracování poznatků - osvojováním a způsobem použití poznatků při řešení problémů

Umělá intelligence je interdisciplinární vědou, která nemá pevně vymezený předmět zkoumání ani teoretický základ - jde spíše o soubor metod, teoretických přístupů a algoritmů, sloužících k řešení velmi složitých úloh [3].

Intelligentními textiliemi rozumíme novou generaci vláken, a z nich vyrobené produkty. Tyto textilie jsou schopné reagovat na vnější podmínky – jsou do nich vloženy elektronické zařízení anebo inteligentní materiály. Reagují na vnější podmínky a podněty mechanického, tepelného chemického, elektronického a magnetického zářivého působení.

Mnoho inteligentních textilií se vyskytuje v pokročilých typech oděvů využívaných na ochranu a bezpečnost, případně módu a komfort.

Inteligentní textilie poskytují rozsáhlé možnosti využití, které je možné uskutečnit v textilním průmyslu, a to jak v oboru módy a odívání, tak i v oboru technických textilií. Tento rozvoj je výsledkem aktivní spolupráce mezi různými obory a disciplínami jako jsou, inženýrské obory, přírodověda, konstrukce, výzkum a vývoj, obchod a marketing [4].

Podle funkčních činností inteligentní textilie dělíme do třech skupin:

- pasivní inteligentní textilie
- aktivní inteligentní textilie
- super (ultra) inteligentní textilie

V mnohých případech se inteligentní textilie používají jako oděvní textilie zajišťující:

- špičkový komfort (chránící proti teplotním výkyvům, upravující podmínky ventilace vzduchu a vodní páry)
- lehčí komunikaci
- použití běžných elektronických přístrojů (mobilní telefony, indikátory polohy a stavu člověka, počítače

Jejich využití je pro vojenské účely (ochrana vůči extrémním klimatickým podmínkám, ochrana vůči bojovým plynům, bakteriím a virusům), v oblasti neoděvních aplikací-materiály sloužící jako bariéry vůči mechanickým, elektrickým, magnetickým polem a zářením různých délek, dále také inteligentní filtry a separátory (odsoľovače mořské vody), resp. speciální zdroje energie a i v oblasti medicíny – kromě svých bariérových schopností slouží jako materiály pro inteligentní dávkování léčiv (v závislosti na stavu pacienty) a diagnostikování poruch funkcí lidského organismu [5].

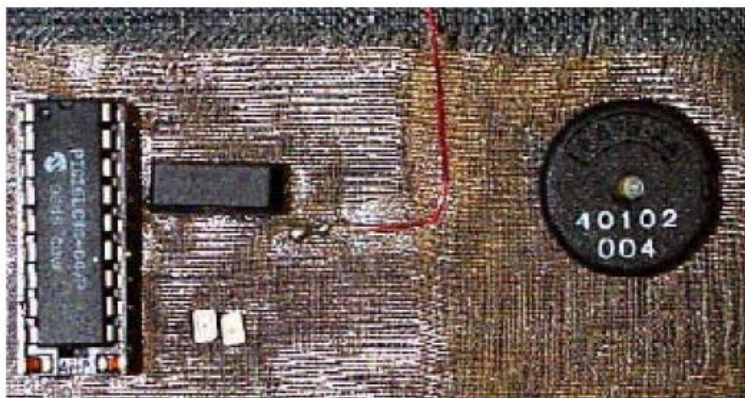
2.2. Inteligentní textilie - smart textile

Téměř veškerý klasický textilní průmysl se přesunul ze západního světa do Asijských zemí a západní svět klade důraz na inteligentní textilie.

Inteligentní textilie zahrnují vlastnosti, které se opírají o různé podněty a mění svou velikost, tvar, barvu nebo chování. Reagují na vnější podmínky a podněty mechanického, tepelného, chemického, elektrického a magnetického zářivého působení. Inteligentní textilie jsou na cestě vyhrát zpět ztracené pozice textilií ve světě obchodu a jsou viděny jako textilie budoucnosti [6].

Cesty vedoucí ke smart textilním strukturám mohou být následující:

- 1) použití nových a netradičních materiálů a struktur na atomární a molekulové úrovni, aktivace textilních povrchů;
- 2) konstrukce nových materiálů a struktur složením známých základních složek (připojení aktivních parazitických elementů do struktury nebo přímo jejich zakotvení ve struktuře). Dále vysvětleno v kapitole 2.1.



Obrázek č.1 - Textilie s elektronickými prvky

2.2.1. Klasifikace inteligentních textilií

Vzhledem k funkčním činnostem mohou být inteligentní textilie hodnoceny ve třech kategoriích.

1) Pasivní inteligentní textilie: Patří mezi první generaci inteligentních textilií tvořící textilie, které jsou detektory vnějších podmínek a podnětů. Jsou citlivé jen na vnější podněty. Patří sem materiály, které fungují jako různé typy čidel a indikátorů stavu okolí, ale také součásti tzv. oblékacích počítačů – zde textilie slouží jako nosič a součást elektronických zařízení.

2) Aktivní inteligentní textilie: Patří mezi druhou generaci inteligentních textilií, které mají jak senzory, tak i aktuátory. Jsou schopné nejen identifikovat změnu vnějšího podnětu, ale také jsou schopné na tuto změnu reagovat. Aktivní inteligentní textilie mají např. tvarovou paměť, jsou schopné zadržovat a uvolňovat teplo, měnit barvu v závislosti na teplotě, s variabilní prodyšností a paropropustností atd. Aktuátory reagují na zjištěný podnět (signál) buď přímo anebo prostřednictvím centrální řídicí jednotky. Tyto inteligentní obleky jsou schopné získávat informace o dávkách záření atd.

3) Super inteligentní textilie jsou schopny zachytit podněty, reagovat na ně a přizpůsobit svou funkci na vnější podmínky a podněty. Silně inteligentní nebo superinteligentní textilie mají v sobě jednotku, která pracuje podobně jako mozek, nebo jako centrální počítač s poznávací schopností, s hodnotící schopností a se schopností vytváření podnětů odezvy a činnosti aktuátorů [5].

Nová vlákna, textilní materiály a součástky miniaturizované elektroniky umožňují vytvářet takové inteligentní textilie k vytvoření skutečně užitečných technických oděvů, jako jsou oděvy kosmonautů, pilotů, lékařů, chemiků, záchranných složek a dalších. S těmito inteligentními oděvy se počítá také k běžnému nošení, které umožní poskytovat pomoc k řešení neobvyklých situací denního života konstruovaných podle způsobu použití, jako třeba i k detekci ionizujícího záření [5], [6].

Výhodou textilních struktur jako nosiče inteligentních reakcí je především možnost poskytování vysokého komfortu, trvanlivost, snadná údržba, nízká měrná hmotnost spojená s dobrou pevností, tažností, elasticitou, extrémně velký měrný povrch, snadná výroba, ergonomie, testování, likvidace, cenová dostupnost [7].

2.2.2. Příklady použití inteligentních textilií

Motivací pro vývoj inteligentních textilií je v první řadě vojenství, na které se myslí vždy jako první. Pro armádu se používají na ochranu proti extrémním

klimatickým podmínkám, pro kamufláže znesnadňující identifikaci a indikaci, pro ochranu proti bojovým plynům a proti bakteriím a virům.

V medicíně se používají bariérové textilie, inteligentní textilie pro dávkování léčiv v závislosti na stavu pacienta a textilie pro diagnostikování poruch funkcí lidského organismu.

Tyto textilie se uplatňují i v technickém sektoru. Jsou to bariérové textilie proti mechanickým vlivům, bariéry proti elektrickým a magnetickým polím, bariéry proti záření (IČ, UV), inteligentní filtry, inteligentní oddělovače (separátory), které se používají jako odsolovače mořské vody a dále pak zdroje energie pro chameleonské odezvy textilií, které mění barvy v závislosti na světle či teple. Anebo teplo ukládající, uvolňující textilie, konstruované na principu materiálů měnících fázi v závislosti na přednastavené teplotě.

Dále se mohou vyrábět: textilie s tvarovou pamětí, textilie senzitivní na pH, vlhkost, koncentrace solí, což se projevuje tak, že jejich struktura může dramaticky bobtnat nebo kolabovat. Dalšími příklady může být použití aerogolů nebo auxetických materiálů (s negativním Poissonovým číslem, které se při deformaci rozšiřují).

Pro aktivaci textilních povrchů jsou nejčastěji používány technologie tisku, laminace, impregnace funkčních prvků ve formě nanovrstev, které při relativně nízké hmotnosti a spotřebě materiálu poskytují tisícinásobně větší reakční funkční plochu a neovlivňují negativně fyziologické vlastnosti textilie, příklad - samočistící povrchy.

Další možnosti aktivace povrchů je připojení (vložení) aktivních prvků na bázi mikro a nano částic-tzv. enkapsulace.

Enkapsulace představuje uzavření aktivní substance do porézního obalu (slouží k absorpci pachů, chemikálií, uvolňování vůní, antibakteriálních a antivirových substancí, insekticidů) nebo neporézního obalu (látky měnící skupenství-textilie zadržuje teplo, ...) [6].

2.3. Inteligentní oděvy

Inteligentní oděvy jsou kombinací elektroniky a oděvních textilií. Nová vlákna, textilní materiály a miniaturní elektronické součástky jsou schopné vytvořit efektivní

inteligentní oděv. Tyto chytré oděvy jsou nošeny jako běžné oblečení, které poskytuje pomoc v různých situacích vzhledem k tomu, jak jsou aplikace navrženy.

Takovéto oblečení rozhodně není běžnou součástí našich šatníků, ale už také neudivuje. Ovšem nesmíme zapomenout, že slovo "inteligentní" musíme brát jako velkou nadsázku.

E-textil

Trend nositelné elektroniky integrované v oděvu jde cestou vývoje e-textilu - to znamená, že čidla, baterie, vodiče se již nebudou vsívat do již hotového oblečení, ale vše bude již zatkané přímo v látce.

Britská firma Eleksen už takovou e-textilii pod názvem ElekTex vyrábí. Látka se skládá z několika vrstev - vodivé a těch co ji tvoří ochranný obal. Její výjimečnost je v tom, že tento materiál „cítí“ na svém povrchu dotek. Tkanina registruje nejenom bod, kde jste se jí dotkli, ale i tlak a směr přitlačení. A ještě ke všemu si ElekTex zachovala všechny vlastnosti normální látky - čili může se rolovat, skládat a hlavně i prát.

Tkanina by se měla využívat například k vytvoření ohebných klávesnic i chytrých oděvů - ty Eleksen už vyrábí ve spolupráci s firmou Spyder - jejich sportovní obleky umožňují používat iPod od Apple aniž by bylo nutné ho vyndat z kapsy - ovládá se tlačítky vyznačenými jak jinak - na rukávu [8].

2.3.1. Inteligentní bunda

Německý výrobce oděvů Rosner ve spolupráci s výrobcem polovodičů Infineon technologies již prodávají bundu „mp3blue“, která je MP3 přehrávačem, jehož jednotlivé části jsou do ní všité. V límci je mikrofon a sluchátka a na rukávu je ovládací klávesnice. Hodnota této bundy je asi 600 Euroes (\$ 750 USD). Vyměnitelný modul přehrává až 8 hodin.

Česká firma Applycon, která sídlí v Plzni vyvíjí a vytváří elektroniku pro inteligentní oděvy. Nejprve bundy vyzkoušeli pro sport u snowboardistů, aby zjistili, co všechno inteligentní oblečení vydrží. Elektronika je zabudována do oděvu tak, že se dá

bez problému prát a ždímat, jen se musí vyndat elektronická jednotka, která celý systém řídí. Pouze není vhodné sušení v sušičce, kvůli vysokým teplotám. Tato firma se nyní soustředí na pracovní oděvy pro vojáky, záchranáře, horníky a další. Vymysleli například systém, který vojáka v uniformě dokáže upozornit, že na něj míří laserová zbraň [9].



Obrázek č.2 –

Intelligentní bunda

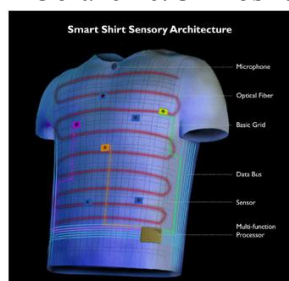
2.3.2. Intelligentní košile

Výzkumný ústav Georgie tech (profesor Sundaresan Jayaraman) se stal průkopnickým ústavem, který provádí integraci elektroniky s textilem. Tato inteligentní košile byla zhotovena pro bojové podmínky. Oblečení využívá optických vláken k detekci zranění a speciální čidla, které monitorují zdravotní stav během bojů. Lékařská čidla, připojená k tělu zabudovaná do kompjuterizované košile tvoří pak ohebnou řídicí desku. Textilní e-soustava GTWM je tkanina vytvořená z polymerových optických vláken a jiných speciálních inteligentních nití a tvoří integrovanou e-textilii. Systém GTWN určuje přesnou polohu fyzikálního problému na těle a skýtá informaci během několika sekund. To umožňuje zjistit, kdo vyžaduje bezprostřední pomoc v prvních hodinách boje, které jsou nejkritičtější ve válečném tažení. Dále je pak možné nastavovat čidla v souladu s požadavky uživatele např. plamenometník má čidla k zjišťování kyslíku nebo jiných nebezpečných plynů. Jiné senzory sledují rychlost dýchání, tělesnou teplotu a další.

Intelligentní košile se používají v nejrůznějších oborech a firma Sensatex je běžně dodává k obchodním účelům pro lékařské monitorování nemocí, monitorování kojenců, atletů a pro vojenské účely [6].



Obrázek č. 3- Košile GWDT institutu Georgia Tech



Obrázek č. 4- Intelligentní košile Sensatex

2.3.3. Intelligentní podprsenky

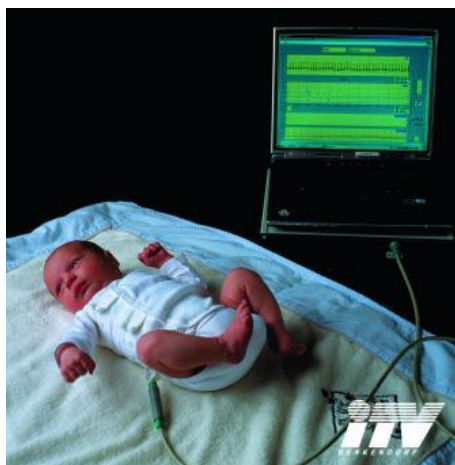
Profesor Malcom McCormick z De Monfordské university vyvinul nové elektronické zařízení založené na průchodu elektrického proudu poprsím. Je založeno na rozdílu elektrického odporu mezi zdravou a nádorovou tkání. Měřením poprsí pod různými úhly je možné pomocí počítače vytvořit tomogram nádoru. Tato technologie by mohla být dostupná během několika let a mohla by sloužit k rychlé vlastní diagnostice nádorových onemocnění prsů [10].



Obrázek č. 5– Intelligentní podprsenka

2.3.4. Dětský obleček s čidly

Ve výzkumném ústavu ITV v Denkendorfu vyvinula skupina výzkumníků speciální kojenecké tílko vybavené čidly. Tím je možné neustále sledovat životní funkce dítěte, jako jsou činnost srdce, plic, pokožky, a tělesná teplota. Tak je možné včasné zjištění nemoci srdce a krevního oběhu. Očekává se, že je možné předcházet tímto opatřením smrt dítěte v postýlce nebo jiným ohrožením dítěte. Čidla jsou umístěna tak, aby nepřekážela a nenarušovala spánek dítěte [6],[10].



Obrázek č. 6 – Dětský obleček s čidly

2.3.5. Systém Life shirt se životně důležitými údaji

Pracující monitorující systém, který je schopný sledovat plicní, srdeční a jiné fyziologické údaje a jejich souvislosti v reálném čase.

Soustava Life Shirt shromažďuje údaje pacienta po celý den a skýtá farmaceutickému a lékařskému výzkumu zdravotní stav pacienta v reálných životních podmínkách.

Systém Life Shirt shromažďuje, analyzuje a uvádí plicní, srdeční a další zdravotně důležité údaje pacienta a dává je do souvislosti s daty získanými vybranými periferními přístroji, které měří tlak krve, objem kyslíku v krvi, EKG, EOG, periodický pohyb nohou, střední tělesnou teplotu, teplotu kůže, konečný stav CO₂ a kašel.

V soustavě Life Shirt je zdůrazněna zvýšená ambulatorní verze respiratorního indukčního pletysmografu (RIP), což je zlatý standard pro sledování dýchání. Systém

RIP je užíván ve více než v 1000 nemocnicích v jednotkách intenzivní péče na celém světě. RIP je ideální přístroj pro měření plicního objemu pacientů. Systém Life Shirt je dostupný v dětských i dospělých rozměrech od 5 do 17 let a je používán pro klinická vyšetření a pro výzkum. Je dostupný i jako přístroj na lékařský předpis [6].

2.3.6. Plavky s Indikátorem slunečního záření

Během slunění je vhodné znát intenzitu slunečního záření. To je možné zajistit užíváním inteligentních plavek, které jsou schopné uvádět intenzitu záření.



Obrázek č. 7 – Inteligentní plavky

2.3.7. Solární panely u oděvů a jejich další využití

U inteligentních oděvů se využívají i solární články, které dobíjejí řídicí elektroniku. Tyto panely o velikosti cca 6x10cm a tuhé podobě, se připevňují na odepínací límec, který se po sundání může použít k nabíjení telefonu i mimo oděv. Sluneční kolektory vydrží dobíjet při používání sluchátek, mp3 přehrávače a všech elektronických zařízení poháněných 5 nebo 6 V. V ideálním případě by měli být solárními články použity kolmo na sluneční paprsky, a to bez překážek, které by mohly narušit příjem [4].

Hlavní využití slunečních buněk v textilních oborech je jejich využití jako zdrojů elektrického napětí pro elektronické textilie (e-textilie). Lze jich užívat přímo, nebo na nabití baterií, které pak po zapnutí slouží jako zdroje elektrického napájecího napětí

elektronických prvků, dobíjení mobilních telefonů, přehrávače a měřících či indikačních přístrojů v e-textiliích [6].

2.3.8. Textilní klávesnice

Textilní klávesnice je tvořena řadami a sloupcem z vodivých a nevodivých vláken. Spínají se při stlačení v bodech překřížení.

Klávesnice se skládá ze dvou vysoce vodivých kovových vrstev (struktur) a jedné nevodivé vrstvy, které jsou oddělené izolací z nylonové síťoviny. První vrstva má vodivá vlákna v osnově, druhá vrstva má vodivá vlákna v útku. Při stlačení na správném místě se dvě vodivé vrstvy zkontaktují přes prostory v nylonové síťovině a dochází k propojení útkové a osnovní vodivé sítě přes volný prostor v PA síti. Podle elektrického toku se identifikuje místo stlačení. Tato klávesnice může být opakovaně rolovaná, mačkaná a praná, aniž by to ovlivnilo její elektrické vlastnosti.

Kromě aplikací v elektronice se tento princip uplatňuje také u světélkujících oděvů. V závislosti na pohybu nositele dochází ke spínání vodivých míst, která jsou napojena na světlo emitující diody (LED) (9).



Obrázek č. 8 – Textilní klávesnice

2.4. Aplikace v inteligentních textiliích

Dvě z hlavních použití vodivých materiálů, je elektromagnetické stínění a vedení proudu. Vodivá vlákna, omotaná do krytů nebo vložek, nabízejí vynikající funkci jako stínící prvky elektromagnetického záření a jeho interference mají antistatické účinky a další výhody. Elektrické vodivé materiály jsou také tepelně vodivé a využívají více kovů před polymery. Jsou užívány na sportovní obleky s přístrojovou technikou a vyžadují minimum tepelné izolace. Jiným typem vodivých vláken jsou uhlíková vlákna.

Struktura těchto materiálů nabízí možnost čtení polohy na štítku výrobku a bodu přitlaku jako např. přitlak prstu. Je možné umístit takové značkování do elastické folie, která umožňuje přizpůsobit ji do trojrozměrného (3D) tvaru a přesně měřit polohu v souřadnicích X-Y.

Elektrické vodivé materiál jsou také tepelně vodivé a využívají více kovů před polymery. Jsou užívány na sportovní obleky s přístrojovou technikou a vyžadují minimum tepelné izolace. Jiným typem vodivých vláken jsou uhlíková vlákna.

Struktura těchto materiálů nabízí možnost čtení polohy na štítku výrobku a bodu přitlaku, jako např. přitlak prstu. Je možné umístit takové značkování do elastické folie, která umožňuje přizpůsobit ji do trojrozměrného (3D) tvaru a přesně měřit polohu v souřadnicích X-Y.

Měření je možné odečítat v závislosti na síle a ploše. Odečítání tlaku je proměnlivé podle konstrukce výrobku a podle citlivosti na sílu nebo plochu. Užitím této technologie je možné vpravit do textilie tlakové citlivé senzory, které jsou neviditelné, aniž se příliš zvětšila cena a jiné vlastnosti textilií [6].

Jsou ještě další využití elektricky vodivých materiálů, jako ohřev oděvů pro extrémně chladné počasí. K výhřevu je třeba vnějšího elektrického zdroje, neboť teplo vzniká jouleovým jevem.

Existují také některá použití vodivých textilií ke konstrukci antén, kde se tak dá využít jejich schopnosti zachycovat elektromagnetické vlny.

Jedním z hlavních použití textilií je jako zdrojů elektrické energie pro elektronická zařízení umístěných v textiliích.

Textilní vodivá vlákna

Na trhu je již mnoho vodivých vláken a přízí, např. tkaniny z kovového hedvábí, vlákna z nerezavějící oceli, mědi, stříbra, zlata, drátky z nerezavějící oceli potažené polymerovými vlákny, kovo - aramidová vlákna, vodivá polymerní vlákna. Dále se pro vodivost materiálů používají povrchové úpravy – vodivé polymerní nátěry a speciální uhlíková vlákna a tkaniny.

Kovová vlákna

Kovy jsou svými mechanickými vlastnostmi, elektrickými vlastnostmi a nízkou cenou zajímavým materiálem pro technické aplikace. Ve formě tenkých drátků mají širokou oblast použití.

Pro výrobu drátků do 100μm se používá techniky tažení za studena nebo za tepla. Pro výrobu tenčích drátků se používá tzv. Tailorův proces.

Kromě kovových vláken či spíše tenkých drátků se často používá pásků potažených polymery. V některých případech stačí použít kovové prášky jako aditiva do polymeru před zvlákňováním nebo jako dodatečné úpravy [6],[11].

3. SNÍMÁNÍ VELIČIN

3.1. Možnosti snímání různých veličin

Jako příklad materiálů používaných v pasivních smart textiliích (čidlech) mohou být uvedena optická vlákna (měření a monitorování změn UV, viditelného a IČ záření, vlhkosti, přítomnosti iontů, chemikálií, mechanické energie, apod.), vlákna z bioaktivních materiálů (postupné uvolňování substancí a během nošení,...) a vodivé polymery.

Pro konstrukce aktivních textilních struktur (akčních členů) může být použita řada materiál, které reagují na podněty (např.: elektromagnetické energie=UV, viditelné i IČ záření; chemické energie = vlhkost, přítomnost iontů; mechanické energie=tlak, krut; ...) odezvou (změnou) (např.: tvaru = bobtnání, srážlivost, barvy = odstín, intenzita; elektrická vodivost; látkového stavu = změna fáze, krystaliniky; apod. [7].

Inteligentní textilie musí mít ve své struktuře dvě hlavní složky - senzor a aktuátor. Je také možné zhotovení s vyhodnocovací jednotkou, která řídí aktuátor na základě signálů dodaných senzorem.

3.1.1. Senzory

Senzory detekují jisté signály a transformují je na jiný typ signálu, který může být dále zpracováván počítačem nebo člověkem. Většina signálů snímaných senzory je transformována do elektrických impulsů. Signály snímané senzory jsou pak transformovány do elektrických impulsů. Proto jsou elektricky vodivé materiály při konstrukci inteligentních textilií nezbytné.

Mezi materiály, které mají schopnosti transformovat jsou např.:

- termočlánek – mění tepelný signál na elektrický
- technologie tlakových rezistorů-mění svůj odpor v závislosti na tlaku - převádí mechanický impuls (tlak) na elektrický signál
- Quantum Tunnelling Composite (QTC) - za normálních podmínek je to izolátor, za působení tlaku se změní na vodič. Tento aktivní polymerní kompozit může být nanesen na jakoukoliv textilní strukturu, tkaninu, pleteninu nebo netkanou textilií
- vlákenná Braggova mřížka (GBG) - zde je mechanický impuls převeden na optický a následně na elektrický [12]

K přípravě nových textilních senzorů, je podstatné vytvořit koncepci transformace, která by převedla měřený signál, který je možné dále zpracovávat. Nutná je pokročilejší transformace signálů. Ne jen technické hlediska, koncepty, materiály, struktury a zpracování musí být kladen důraz na funkčnost, jakou mají textilní

materiály. Mezi důležitá kritéria patří pružnost, splývavost, odolnost proti deformacím, odolnost proti záření, odolnost při praní a další.

Možnosti transformace mohou být například optický signál na elektrický, tepelný na mechanický, mechanický na elektrický, tepelný na optický, a kombinace po sobě jdoucích transformací, je tedy zřejmé, že je k dispozici velký potenciál senzorů, které čekají na své vytvoření. Aby bylo možné je použít ve větším rozsahu textilních aplikací [6].

3.1.2. Jednotky na zpracování dat

Zpracování dat je proces, který je požadován jen tehdy, je-li aktivní zpracování nevyhnutelné. Do dnešní doby žádný textilní materiál není schopen plnit tuto úlohu. Stále je třeba používat elektronických částí. Tyto části jsou dnes již miniaturizované a pružné. Vývoj se snaží vložit komponenty do vláken [12].

3.1.3. Ovládací prvky (aktuátory)

Ovládací prvky reagují na impulsy získané ze senzorů, nebo již na zpracovaná data. Jsou podobné senzorům, také transformují vstupní signál na signál výstupní. Z této oblasti jsou nejznámější materiály s tvarovou pamětí. Transformují tepelnou energii na pohyb.

Materiály s tvarovou pamětí existují i ve formě nití. Přestože jsou polymery s tvarovou pamětí levnější, jsou méně často využívány, neboť umožňují jen nízké zatížení během zotavovacího cyklu [12].

3.1.4. Akumulátory

Detekce, zpracování dat, ovládání, komunikace, toto vše potřebuje energii, většinou elektrickou. Zdroje energie, které jsou k dispozici pro oděv, jsou například tělesná teplota, mechanická energie (elastická z deformace textilie, kinetická z pohybu těla), záření apod.

Akumulátory využívají:

- transformaci teplotního rozdílu mezi lidským tělem a okolím na elektrickou energii, pomocí termočláňkových baterií
- solární energii

V současné době se již používají ohebné verze baterie – LI-ON [12].

3.1.5. Jednotky komunikace

V oblasti inteligentních textilií má komunikace mnoho podob. Je potřeba přenášet informace:

- uvnitř jedné části oděvního systému,
- mezi jednotlivými částmi oděvního systému,
- mezi nositelem a oděvem - zadávání instrukcí,
- mezi nositelem oděvu a okolím - sdílení informací.

V současné době je komunikace uvnitř oděvního systému realizovaná pomocí optických vláken nebo vodivých přízí. Obě řešení mají textilní charakter a mohou být snadno integrována do textilií [12].

3.2. Vodivé materiály

Existují dvě strategie k vytváření elektricky i tepelně vodivých výrobků a dva typy materiálů, a to kovů a polymerů. Stejně materiály se užívají pro oba typy vodivosti. Oba jsou podobné a jsou způsobeny pohybem elektronů, iontů a molekul.

První strategie využívá povrchové úpravy s tekutými barvivy/inkousty) a vysokým obsahem kovů, které zajišťují komfort požadovaný pro obleky. S přidáním niklu, mědi, stříbra a uhlíku do povrchových vrstev textilií různých tloušťek, zajišťuje povrchová úprava textilií jejich vhodné fyzikální a elektrické vlastnosti, jakých je potřeba pro žádané aplikace.

Druhá strategie využívá vodivých vláken a přízí. Vodivé příze jsou vytvářeny přidáním kovových vláken (stříbro, zlato, měď a dalších) nebo vodivých polymerů.

V současné době již existuje mnoho různých obchodních značek, které vyrábějí tyto materiály, a přesto mají všechny stejné hlavní vlastnosti. Jako obvykle lehké, trvanlivé, ohebné a cenově dostupné. Mohou být zvlněné, dají se snadno i spojovat a může se s nimi bez potíží zacházet jako s textiliemi [6].

Hlavní vodivá vlákna

- kovová
- organická s částicemi uhlíku
- na základě chemicky upraveného organického nebo elektrovodivého polymeru
- vlákna plněná uhlíkovými nebo kovovými částicemi
- vlákna potažená vodivými polymery nebo kovy
- tenká vlákna z kovů nebo vodivých polymerů jako součást příze [13]

Elektricky vodivé příze jsou dlouhoválkenné příze z technických i přírodních materiálů s příměsí vodivých vláken. Pro vodivost jsou užívána vlákna z ušlechtilé oceli.

Vodivá nit je nápaditý způsob, jak připojit různou elektroniku na oblečení. Tato nit může vést proud pro napájení a signály. Vodivé nitě jsou obvykle vyráběny pro antistatické účely, elektromagnetické stínění, inteligentní textilie, nositelné technologie na oděvech, datový přenos dat a ohřívací účely. Většina nití jsou pokovené slitinami různých kovů, které mohou obsahovat stříbro, měď, cín a nikl. Jádrem je obvykle bavlněné nebo polyesterové [6].

3.2.1. Výhody textilií ve využití umělé inteligence v systémech

Výhod pro využití textilií v systémech umělé inteligence je několik. Velká výhoda je snadné spojování a rozebírání spojů šitím a páráním, jednoduchá údržba praním a čištěním. Textilie mají všeobecně nízkou hmotnost, dále dostatečnou pevnost, deformační schopnost a pružnost. U textilií je jednoduché přizpůsobení (jednoduchá formovatelnost) bez potřeby složitých změn v technologii, jako jsou například záševky

nebo záložky. Mají extrémně velký měrný povrch a zároveň poměrně nízkou cenu ve srovnání s jinými technologiemi [14].

3.2.2. Inteligentní textilní čidla

Obecně lze říci, že čidlo je zařízení, které zaznamenává určitou mechanickou veličinu a převádí ji na elektrický signál.

Jsou schopná indikovat změnu stavu a podmínek okolí. Využívají se v oděvních a technických textiliích, v kompozitech, a také ve speciálních zařízeních pro sledování (monitorování) a indikaci různých veličin.

Hlavní představitel inteligentních textilních čidel jsou optická vlákna. Optická vlákna upozorňují na změny vnějších prostorů. Jsou vyráběna buď na základě křemíku, nebo speciálních polymerů.

Uplatňují se při přenosu optického signálu, při přenosu informací o změnách teploty, mechanického namáhání, magnetického pole. Poskytují informace o přítomnosti chemických látek.

Neuplatňují se zde „klasická“ optická vlákna (jako např. u přenosu signálu telefonních a počítačových sítí), ale tzv. vlákna gradientová. Například textilie TACTEX - využívá optických vláken a je schopná rozlišit polohu a sílu přítlaku.

Dalším typem inteligentních textilních čidel jsou vlákna vodivá, která se používají pro indikaci změn teploty.

Pro sledování změn teploty se používají také vlákna piezoelektrická, vlákna s tvarovou pamětí, vlákna s kapalnými krystaly, vlákna chameleonská.

Vlákna, která mění svůj elektrický odpor

Uvnitř struktury pružných (elastomerových) vláken jsou zabudovány jemné vodivé částice kovů. Částice jsou v původním stavu od sebe vzdáleny a vlákna jsou nevodivá. Jestliže se vlákna natáhne, zkroutí, stlačí, částice se k sobě přiblíží. Snižuje se elektrický odpor vláken až do stavu vodivosti.

PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE

V praktické části byla řešena možnost šití vodivých drah pomocí měděného drátu, jejich implementace na textilii a aplikace a využití při tvorbě. Měděný drát byl přímo použit jako šicí materiál k vytvoření vodivé dráhy. Tyto dráhy byly ukončeny propojovacími kontakty pro možnost přenosu signálu ve vodivé dráze. Dále bylo provedeno srovnání zkoušky vodivosti před a po pracím cyklu a sušení.

4. ETAPY PRAKTICKÉ ČÁSTI

- 1) rozbor použitého materiálu
- 2) měření elektrického odporu a jednotlivých materiálů
- 3) návrh zhotovení elektricky vodivých drah
- 4) ukončení elektricky vodivých drah
- 5) údržba elektricky vodivých drah pracím cyklem a sušením
- 6) měření a porovnání změn vodivosti po údržbě

4.1. Rozbor použitých materiálů

Pro šití vodivých drah byl použit měděný drát s dvěma různými průměry. Bližší informace o materiálech jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 1 - 2. V tabulce č. 3 jsou parametry použitých textilií. Vzorky materiálu jsou uvedeny v příloze č.1.

Vzorek 1 – Měděný lakovaný drát – švýcarský výrobce Elektrisola

Tabulka č.1 : Popis vzorku 1.

Označení vzorku	Měděný lakovaný drát
Průměr	0,08mm
Složení	Cu/ polymer
Návin	1x 125Km

Vzorek 2 - Měděný lakovaný drát – švýcarský výrobce Elektrisola

Tabulka č.2: Popis vzorku 2.

Označení vzorku	Měděný lakovaný drát
Průměr	0,18mm
Složení	Cu/ polymer
Návin	1x125 Km

4.2. Měření elektrického odporu

Měděný drát před měřením elektrického odporu bylo nutno zbavit polymeru, který izoloval měděný drát. Bylo zkoušeno polymer odstranit nejdřív pomocí plamene, avšak docházelo k upálení drátu či následné nevodivosti. Polymer byl tedy odstraněn oškrabáváním pomocí nožíku a cínovou lázní.

Jednotlivá měření elektrického odporu bylo provedeno na měřicím přístroji zapůjčeném z MFF UK. U materiálů byl před vlastním šitím drah změřen elektrický odpor. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č.5.

Měření elektrického odporu

Elektrický odpor je fyzikální veličina charakterizující schopnost elektrických vodičů vést elektrický proud.

Hodnota elektrického odporu je dána materiálem, tvarem i teplotou vodiče. Velikost odporu závisí na délce vodiče, na obsahu průřezu vodiče, na materiálu vodiče a na teplotě.

Elektrický odpor má vždy kladnou hodnotu. Dobré vodiče kladou malý odpor, špatné vodiče kladou velký odpor.

Převrácená hodnota elektrického odporu je fyzikální veličina, která se nazývá elektrická vodivost.

Značka veličiny je R a základní jednotkou je ohm, který se značí Ω .

Vztah pro elektrický odpor

Elektrický odpor lze určit z vlastností vodiče pomocí vztahu

$$R = \frac{\rho l}{S},$$

kde ρ je měrný el. odpor (rezistivita materiálu), l je délka vodiče a S obsah průřezu vodiče.

K výpočtu lze také použít Ohmova zákona

$$R = \frac{U}{I},$$

kde U je napětí na koncích vodiče a I je proud procházející vodičem.

Měření elektrické vodivosti

Elektrická vodivost je fyzikální veličina, která popisuje schopnost dobře vést elektrický proud. Elektrická vodivost udává velikost elektrického proudu procházející vodičem při jednotkovém napětí na koncích vodičů. Čím větší je vodivost, tím silnější elektrický proud prochází vodičem při stejném napětí.

Značka veličiny je G a jeho jednotkou je siemens (S)

Vztah pro elektrickou vodivost

Elektrická vodivost je určena vztahem

$$G = \frac{I}{U},$$

kde I je elektrický proud protékající vodičem a U je elektrické napětí na koncích vodiče.

Elektrickou vodivost G lze vypočítat z vlastností vodiče podle vztahu:

$$G = \sigma \frac{S}{l},$$

kde σ je konduktivita látky, S je obsah průřezu vodiče a l je délka vodiče.

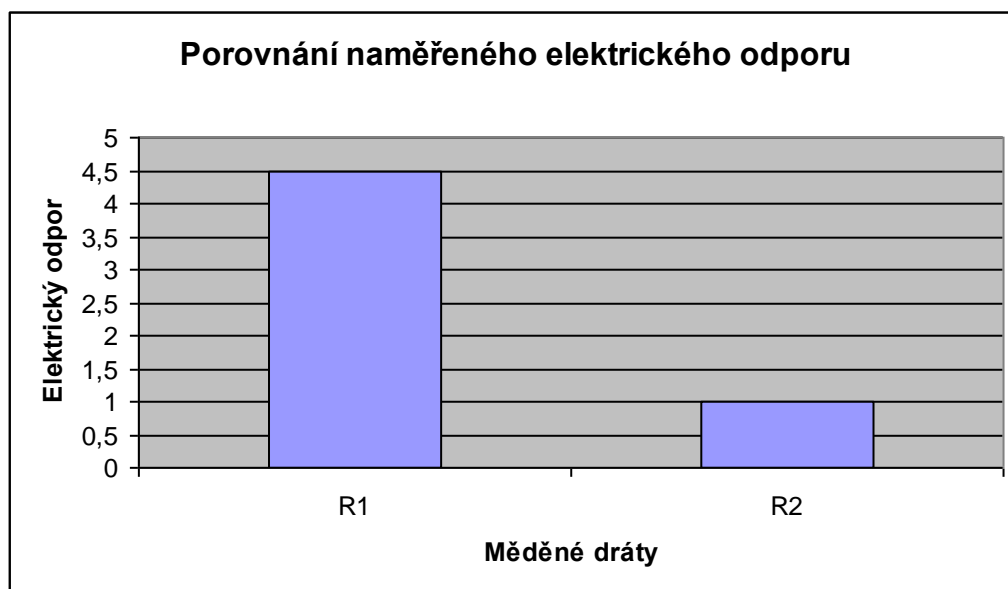
4.2.1. Naměřené hodnoty elektrického odporu

Před šitím vodivých drah na jednotlivých vzorcích byl změřen elektrický odpor vztažený na jednotku délky vodiče R (Ω /20cm) a převeden na (Ω /m) dále přepočítán na elektrickou vodivost G , hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Průměrná hodnoty	Vodivé materiály			
	Měděný drát 1		Měděný drát 2	
	R (Ω)	G(S)	R (Ω)	G(S)
x	4,5	0,22	1	1

Tabulka č. 3: Naměřené hodnoty odporu a elektrické vodivosti jednotlivých materiálů.

Porovnání hodnot elektrického odporu materiálů je uvedeno v Grafu 1.



Graf 1– Porovnání hodnot naměřeného el. odporu jednotlivých materiálů



Obrázek č. 9 – Měření elektrické vodivosti měděného drátu

Dle naměřených hodnot je měděný drát použitelný pro vedení elektrického signálu. Měděným drátem byly vytvořeny dráhy pomocí stehů uvedených v kapitole 4.3.2 v tabulce č. 5.

Vodivé vlastnosti vodivých drah byly vyhodnoceny u vytvořených vzorků po pracích cyklech a následném sušení podle normy ČSN EN ISO 6330.

Údržba pracím cyklem byla volná za předpokladu, že stejně jako každý jiný oděvní materiál, z kterého bude zhotovený oděv, bude i tento podrobený zkoušce. Prací cyklus simuloval domácí praní.

4.3. Návrh zhotovení elektricky vodivých drah

Pro tvorbu vodivých drah byly použity druhy stehů ČSN ISO 4915(800111), stehy třídy 300, 400, 500. Pro tvorbu a dobré zpracování byly použity bavlněné nitě spolu s měděným drátem. Šití probíhalo na KOD v šicí dílně, kde byly k dispozici jednotlivé šicí stroje.

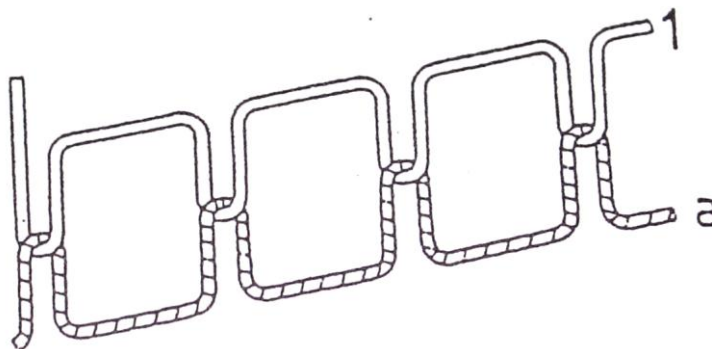
4.3.1. Popis použitých stehů

Třída 300

Ze třídy 300 byl použit dvounitný vázaný steh 301.

Steh 301 je tvořen dvěma nitěmi: jednou jehelní nití (1) a jednou spodní nití (a).

Smyčka nitě 1 prochází materiálem z jehelní strany a na druhé straně se provazuje s nití a. Nit 1 je tažena zpět tak, že se provázání dostává do středu mezi povrchy sešíváného materiálu (obr.10),(21).



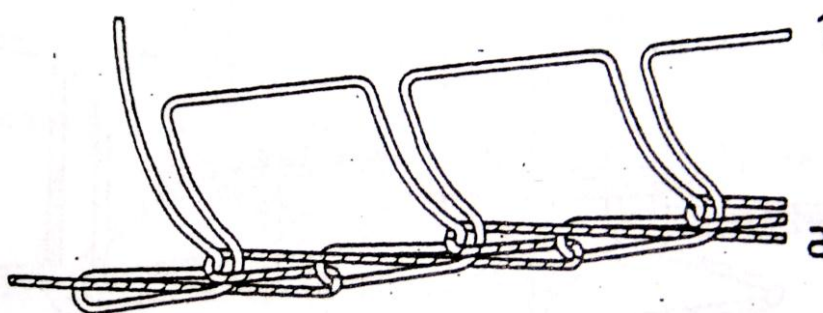
Obrázek č. 10 - Steh 301

Třída 400

Ze třídy 400 byl vybrán steh 409-dvounitný řetízkový steh.

Steh 409 je tvořen dvěma nitěmi, jednou jehelní nití a jednou spodní nití.

Smyčka nitě 1 vchází do materiálu z jehelní strany, prochází částí materiálu a vynořuje se na jehelní straně. Prochází smyčkou nitě a a potom se provazuje s další smyčkou nitě a. Vpichy jehly jsou kolmé ke směru řádku stehů (21).



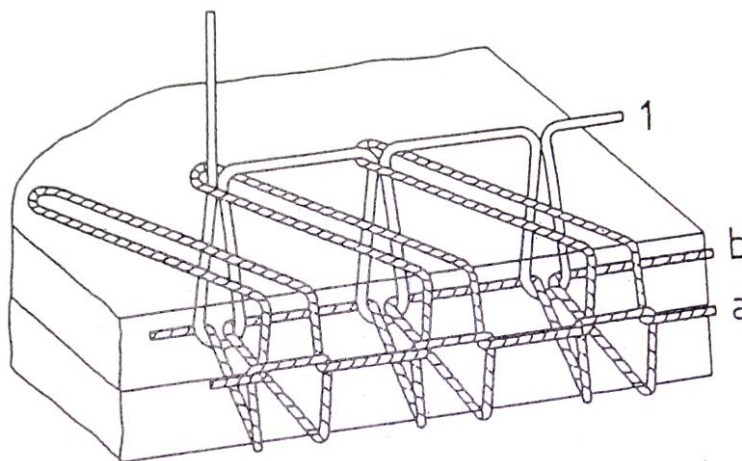
Obrázek č. 11 - Steh 409

Pro tento druh stehu byl drát použit opět pouze jako spodní nit, z důvodu vysokého tření a zahřívání, a vrchní nit, která byla vedena do jehly. Tento druh stehu se však ukázal jako nevhodný z důvodu velké spotřeby nití.

Třída 500

Za třídu 500 byl vybrán steh 504-třínitný obnitkovací steh.

Steh 504 je tvořen třemi nitěmi: jednou jehelní nití (*I*) a dvěma spodními nitěmi (*a* a *b*). Smyčka nitě *I* prochází smyčkou nitě *a*, která je již položena napříč jehelní strany materiálu, a dále prochází materiálem. Smyčka nitě *I* se v místě vynoření na druhé straně materiálu provazuje se smyčkou nitě *b*. Smyčka nitě *b* je vedena k okraji materiálu, kde se provazuje s další smyčkou nitě *a*. Smyčka nitě je z tohoto provázání protažena k místu následujícího vpichu jehly (obr.12), (21).



Obrázek č. 12 - Steh 504

4.3.2. Zhotovení elektricky vodivých drah, použití

Pro zhotovení elektricky vodivých drah byla použita bavlněná nit a měděné dráty. Dráhy byly vytvořeny na plochem jednojehlovém šicím stroji s vázaným stehem, na třínitném obnitkovacím stroji s ořezem a na plochem šicím stroji s řetízkovým stehem.

Měděné dráty

Měděnými dráty bylo možno vytvořit vodivé dráhy pomocí stehů, které jsou uvedeny v kap. 4.3.1. a dále více vysvětleny v následujícím textu. Znázorněny jsou v tabulce č. 4.

Steh 301 – u dvounitého vázaného stehu byl měděný drát navinut na cívku spodní nitě. Pro vrchní nit byla použita 100% bavlněná nit, jelikož by u měděného drátu při průchodu mnoha vodiči, napínači a ouškem jehly docházelo k velkému tření a tím i k velkému zahřívání. Pro zajištění vhodného provázování a snížení tření byly na

měděné dráty nanese tenká vrstva strojového oleje. Tento steh bylo možno ušít měděnými dráty uvedenými v tabulkách č. 1 a č. 2.



Obrázek č. 13 – Vytvořená vodivá dráha pomocí vázaného stehu - rubní strana

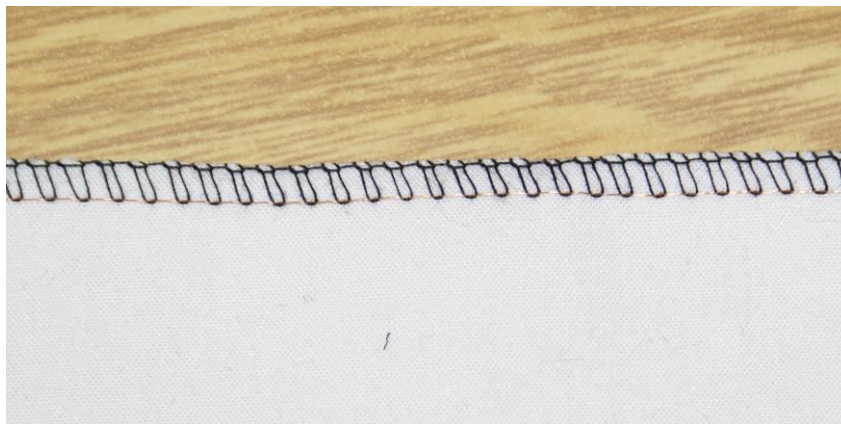
Steh 409 – Tento steh patří do skupiny řetízkových stehů. Vodivou dráhu tvoří jedna bavlněná nit a jeden měděný drát. Měděný drát byl použit místo spodní nitě. Pro zajištění vhodného provazování a snížení tření byly i zde na měděné dráty nanese tenká vrstva strojového oleje. Tento steh bylo možno ušít pouze měděným drátem uvedeným v tabulce č. 1. Z technických důvodů nebylo možné zhotovit vodivou dráhu, jelikož silnější měděný drát uvedený v tabulce č. 2 se při průchodu mnoha vodiči trhal a značně ohýbal.



Obrázek č. 14 - Vodivá dráha vytvořená stehem 409

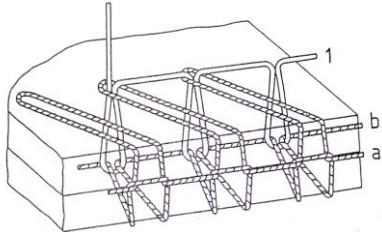
Steh 504 – Tento steh patří do skupiny obnitkovacích stehů. Vodivou dráhu tvoří dvě bavlněné nitě a jeden měděný drát. Měděný drát byl použit místo nitě a znázorněné v tabulce. Pro zajištění vhodného provazování a snížení tření byly i zde na měděné dráty nanese tenká vrstva strojového oleje. Tento steh bylo možno ušít pouze měděným drátem uvedeným v tabulce č. 1. Z technických důvodů nebylo možné zhotovit vodivou

dráhu ze silnějšího drátu, jelikož silnější měděný drát uvedený v tabulce č.2 se při průchodu mnoha vodiči trhal a značně ohýbal.



Obrázek č. 15 - Vodivá dráha vytvořená stehem 504

Druh použitého materiálu + popsání stehu	Steh	Obrázek	Aplikace oděvu
Tkanina. Místo spodní nitě byl použit měděný drát.	301		Sešívání dílů, ozdobné prošití.
Tkanina. Místo spodní nitě a byl použit měděný drát.	409		Sešívání dílů.
Tkanina. Místo jehelní nitě byl použit měděný drát.	504		ZAČIŠTĚNÍ OKRAJŮ DÍLŮ.

Tkanina. Místo spodní nitě b byl použit měděný drát.	504		ZAČIŠTĚNÍ OKRAJŮ DÍLŮ.
--	-----	--	------------------------

Tabulka č. 4 – Znázornění šití pomocí měděného drátu

4.4. Ukončení elektricky vodivých drah

Vytvořené dráhy je nutné ukončit, aby je bylo možné použít k přenosu elektrického signálu.

Firma APPLYCON vyvinula způsob ukončení a propojení pomocí druků (narážecích patentů).

Druky byly naráženy pomocí ručního drukovacího přístroje.



Obrázek č. 16 - Znázorněny použité druky a jejich části

Kromě ukončení pomocí druků, byly také využity průchodky pro ukončení vodivé dráhy. Průchodky byly naráženy ručně narážecích kovových součástí.



Obrázek č. 17 - Znáznorněny použité průchodky a jejich části

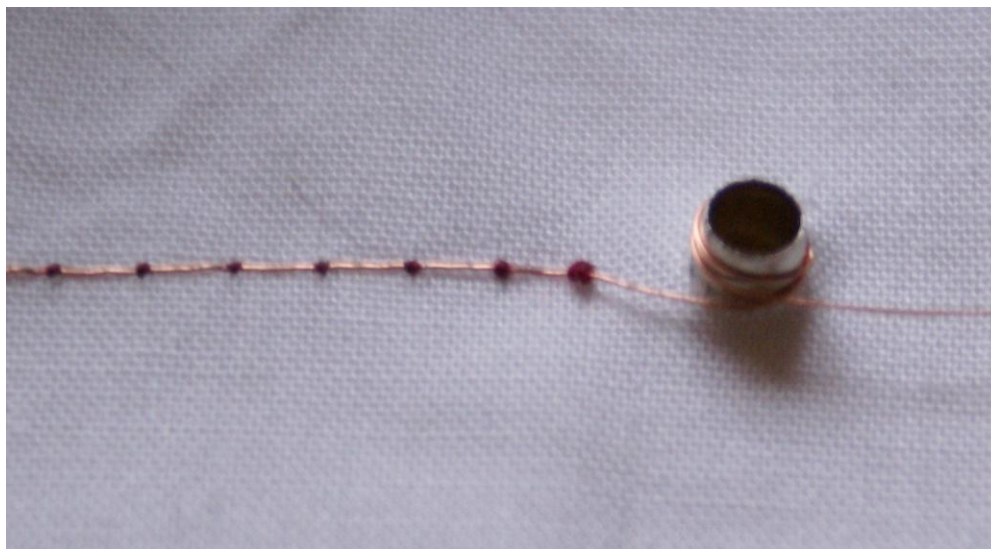
4.4.1. Ukončení měděného drátu

Zakončení zkoušeno dvěma způsoby:

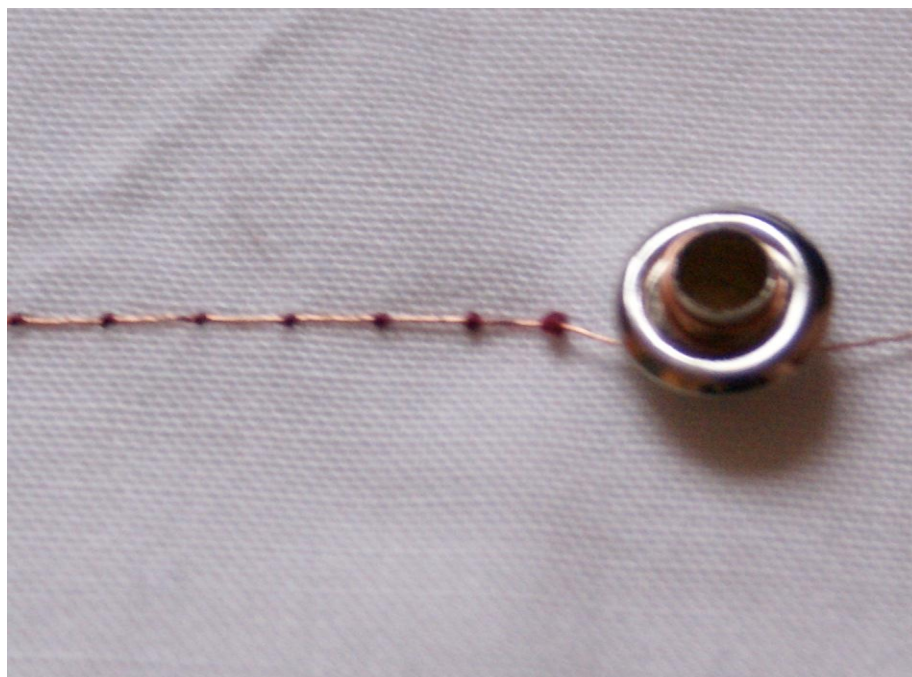
- 1) Pomocí průchodek, které byly vloženy do předem naražené látky. Do naražené látky byla vložena vrchní část průchodky, na kterou byl následně omotán měděný drátek a poté byl překryt druhou stranou průchodky. Takto připravená průchodka byla sklepnuta kladívkem. Tento způsob naprosto vyhovoval. Nebyl přerušen měděný drát, ani poničen materiál.



Obrázek č. 18 – Proražení materiálu



Obrázek č. 19 – Vsunutá a omotaná průchodka měděným drátem



Obrázek č. 20 – Přiložená druhá část průchodky z rubové strany



Obrázek č. 21 – Přiložena narážecí destička pro ztlučení průchodek

- 2) Drátek připájený na již naražený druk. Drátek jsme ještě před pájením zbavili izolační vrstvy v cínové lázni nebo opálením.

Tento způsob se ukázal jako vhodný. Drátek nebyl přerušen ani jiným způsobem poškozen.

4.5. Údržba elektricky vodivých drah pracím cyklem a sušením

Podstatou zkoušky bylo určit, zda údržba oděvů má vliv na změnu elektrického odporu u vytvořených vodivých drah a zároveň zjistit, zda mohou být tyto dráhy použity na oděvy pro běžné nošení. Prací cyklus napodoboval domácí praní oděvů.

4.5.1. Používané přístroje při údržbě

Vytvořené vzorky byly podrobeny pěti pracím cyklům, při kterých byl použit stejný prací program a stejné dávkování běžného pracího prášku. Byl zvolen rychlý program trvající 28min, při teplotě 30°C a rychlost odstředování byla zvolena 1000ot/min. Parametry automatické pračky jsou uvedeny v příloze č. 5.

4.6. Měření a porovnávání změn elektrického odporu při údržbě

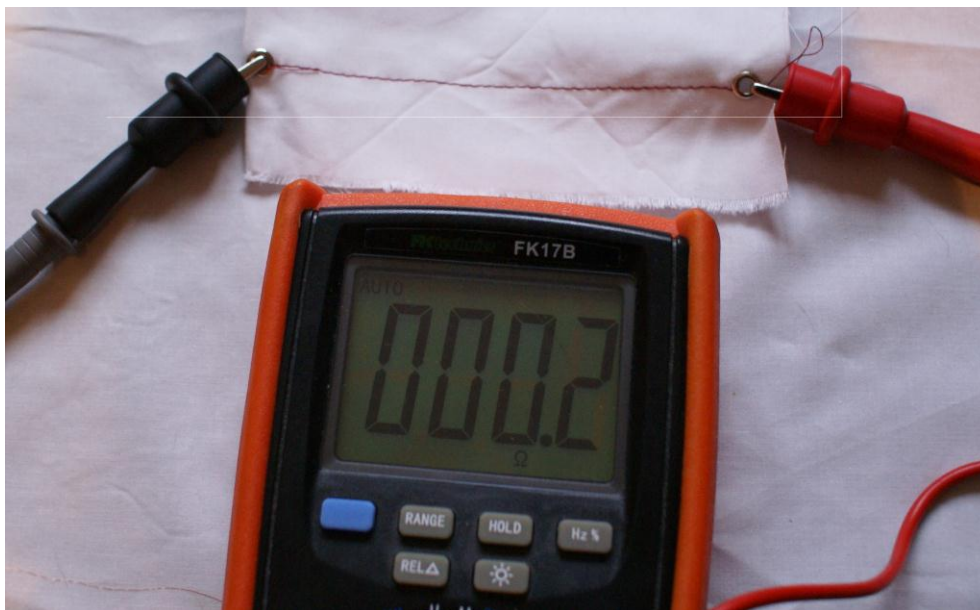
Měření elektrického odporu na vytvořených a ukončených drahách byl realizováno přístrojem digitální multimetr FK technics FK17B pomocí měřících hrotů a svorek. Měřící hroty byly přiloženy k naraženým drukům a průchodkám, které ukončovaly vodivou dráhu. Podrobnosti o přístroji jsou uvedeny v příloze č. 5.

Průměrné hodnoty odporu R a přepočítané vodivosti G jednotlivých drah rozdělených podle druhu stehu jsou uvedeny v tabulkách č. 5; č. 6; č. 7; č. 8 a 3. Odpor a vodivost se vždy vztahuje k jednotce délky ušitého stehu, v našem případě k 20cm stehu. Každý steh spotřebuje různou délku šicího materiálu. Na vytvořených vzorcích bylo prováděno měření přes vytvořené ukončení (narážecí druky) měřícími hroty na nevodivé podložce. Odpor byl měřen před pracím cyklem i mezi jednotlivými cykly. Hodnoty vodivosti byly přepočítány (tab. č.3; č. 5; č. 6; č. 7; č. 8).

Změny elektrického odporu byly porovnány s původními naměřenými hodnotami. Průměrné hodnoty vodivosti jsou znázorněny v grafu, který je uveden pod tabulkou č. 8. Jednotlivá měření a statistická vyhodnocení (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient) jsou uvedena v příloze č. 4.

Před pracím cyklem	Steh 301		Steh 409		Steh 504 nit uprostřed	
	$R(\Omega)$	$G(S)$	$R(\Omega)$	$G(S)$	$R(\Omega)$	$G(S)$
průchodky	13,3	0,075	2,6	0,38	2	0,5
druky	6,8	0,147	0,4	2,5	2,5	0,4

Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty naměřeného odporu před vypráním s měděným drátem o průměru 0,08



Obrázek č. 22 – Měření elektrického odporu vodivé dráhy před pracím cyklem

	Steh 301	
	R(Ω)	G(S)
průchodky	0,9	1,11
druky	0,1	10

Tabulka č. 6 – Měření elektrického odporu před pracím cyklem s měděným drátem o průměru 0,18

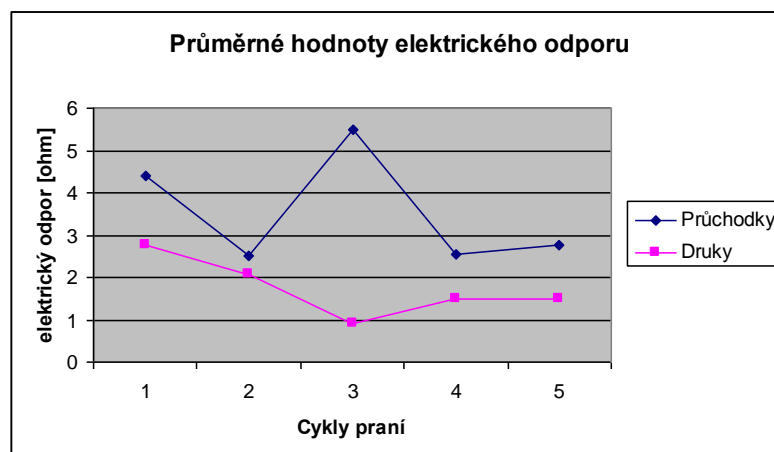
Cyklus praní	Druh uzavření	Steh 301		Steh 409		Steh 504	
		R(Ω)	G(S)	R(Ω)	G(S)	R(Ω)	G(S)
1	průchodky	5,9	0,17	4,8	0,21	2,5	0,4
	druky	6,5	0,15	0,3	3,33	1,5	0,67
2	průchodky	1,9	0,52	1,4	0,71	4,2	0,24
	druky	4,3	0,23	0,4	2,5	1,5	0,67
3	průchodky	3,8	0,26	3,9	0,26	8,8	0,11

.							
	druky	přerušen	-----	0,3	3,33	1,5	0,67
4	průchodky	0,6	1,66	1,4	0,71	3,7	0,27
.							
	druky	přerušen	-----	přerušen	-----	1,5	0,67
5	průchodky	přerušen	-----	3,0	0,33	2,5	0,4
.							
	druky	přerušen	-----	přerušen	-----	1,5	0,67

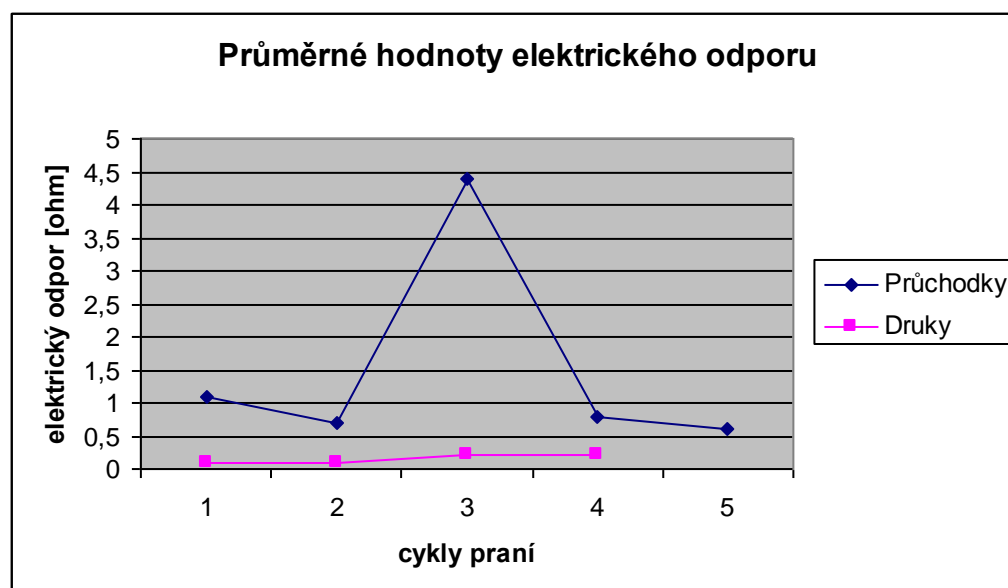
Tabulka č. 7: Průměrné hodnoty naměřeného odporu a přepočítané hodnoty vodivosti u jednotlivých drah s měděným drátem o průměru 0,08

Cyklus praní	Steh 301		
		R(Ω)	G(S)
1.	průchodky	1,1	0,91
	druky	0,1	10
2.	průchodky	0,7	1,42
	druky	0,1	10
3.	průchodky	4,4	0,23
	druky	0,2	5
4.	průchodky	0,8	1,25
	druky	0,2	5
5.	průchodky	0,6	1,67
	druky	přerušen	-----

Tabulka č.8 : Průměrné hodnoty naměřeného odporu a přepočítané hodnoty vodivosti u jednotlivých drah s měděným drátem o průměru 0,18



Graf 2–Průměrné hodnoty naměřených odporů u vytvořených drah mezi pracími cykly měděného drátu o průměru 0,08



Graf 3–Průměrné hodnoty naměřených odporů u vytvořených drah mezi pracími cykly měděného drátu o průměru 0,18

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována na téma Elektricky vodivé nitě – jejich vlastnosti a využití při implementaci elektrických zařízení do oděvu.

Teoretická část práce se zaměřuje na rozdělení délkových textilií, vysvětlení pojmu inteligentní textilie a jejich využití v oděvnictví. Dále jsou zde uvedeny možnosti snímání různých veličin těmito oděvy (například srdečního tepu apod.) a v závěru této části jsou uvedeny materiály, které se pro tyto textilie a oděvy používají.

Praktická část bakalářské práce se zaměřuje na šití vodivých drah pomocí měděného drátu. Vytvořené dráhy byly ukončeny kovovými druhy a průchodkami, aby se daly využít k přenosu elektrického signálu. Zhotovila jsem několik vodivých drah ušitých různými stehy. Provedla jsem a vyhodnotila měření elektrického odporu jednotlivých vytvořených vodivých drah před i po údržbě praním, po-té jsem hodnoty zaznamenala do tabulek a grafů.

Vodivé dráhy šité pomocí měděného drátu o průměru 0,08 mm ukončené průchodkami mohou být použity dle mých závěrů pro všechny zvolené stehy zmíněné v této práci, i přesto, že steh 301 byl přerušen. Naopak vodivé dráhy šité pomocí měděného drátu o průměru 0,18 mm jsou nevhodné pro šití. Měděný drát je příliš silný a při šití stehů 409 a 504 praskal, nebo se příliš zohýbal ve vnitřní části stroje. Tímto silným drátem je dle mého názoru vhodné šít pouze steh 301, kde drát není tolik namáhán.

Měděnými dráty byly vytvořeny dráhy pomocí uvedených stehů v experimentální části s tím, že dráty se použil pouze místo některých nití z důvodu přetrhavosti drátu při šití. Vytvořené dráhy bylo potřeba ukončit narážecími druhy, které plní funkci rozebíratelného spoje vodivých drah s elektronickými součástkami nebo průchodkami, které plní estetickou funkci.

Dalším bodem experimentální části bylo odzkoušet vodivé dráhy. Dráhy šité pomocí měděného drátu o průměru 0,08mm byly ušity stehy 301, 409 a 504. Tento drát se ukázal jako vhodný pro další využití v textilu. Oproti tomu drát o průměru 0,18 mm je příliš silný pro šití a je vhodný pouze pro šicí stroj s vázaným stehem, kde bude použit místo spodní nitě.

Určitě by bylo vhodné odzkoušení trvanlivosti vodivých drah v ohybu, které by simulovalo běžné nošení oděvu.

5. LITERATURA

- [1] DOSTALOVÁ M.: Základy textilní a oděvní výroby, Liberec 2001. ISBN 80-7083-504-4
- [2] Inteligence [online]. [cit. 2010-10-12] Dostupné z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/intelligence>>.
- [3] Umělá inteligence [online]. [cit. 2010-9-18] Dostupné z www: <<http://www.volny.cz/habiballa/publ/umint.pdf>>.
- [4] Solar ski jacket [online]. [cit. 2010-4-5] Dostupné z www: <http://www.zegna.com/iconproducts/solarski/pdf/SolarJKT_en.pdf>.
- [5] The state - of - art Smart Textiles [online]. [cit. 2010-10-12] Dostupné z www: <<http://www.ptj.com.pk/Web%202004/08-2004/Smart%20Textiles.html>>.
- [6] FOJTÍKOVÁ, Šití vodivých drah u funkčních oděvů, TU Liberec 2009,
- [7] Co jsou smart textile [online]. [cit. 2010-4-5] Dostupné z www: <http://www.enviweb.cz/?env=havarie_archiv_gijeg/Co_to_jsou_smart_textilie.html>.
- [8] Amann [online]. [cit. 2010-1-25] Dostupné z www: <www.amann.com>.
- [9] V plzni vyrábějí chytré oblečení [online]. [cit. 2010-10-12] Dostupné z www: <http://technet.idnes.cz/v-plzni-vyrabeji-chytre-obleceni-umi-volat-i-nabijet-fy9-/tec_technika.asp?c=A080617_144151_tec_technika_vse>.
- [10] Inteligentní oděvy [online]. [cit. 2010-4-5] Dostupné z www: <http://pubweb.ihned.cz/c6-10152970-23232345-201400_d-inteligentni-odevy>.
- [11] MILITKÝ –textilní vlákna, speciální vlákna
- [12] HES, L. Sluka, Úvod do komfortu textiliím
- [13] MUSIL-trendy v elektronických součástkách, [online]. [cit. 2010-11-3] Dostupné z www: <<http://www.roznovskastredni.cz/dwnl/pel2007/08/Musil.pdf>>.
- [14] inteligentní textilie-realita, nebo fikce?, [online]. [cit. 2011-2-3] Dostupné z www: <www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/inteligentni_textilie.pdf>.
- [15] Druhy stehů, Třídění a terminologie ČSN ISO 4915, Český normalizační institut, 1993

6. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A PŘÍLOH

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1 - Textilie s elektronickými prvky.....	12
Obrázek č.2 – Inteligentní bunda.....	16
Obrázek č. 3- Košile GWDT institutu Georgia Tech.....	17
Obrázek č. 4- Inteligentní košile Sensatex.....	17
Obrázek č. 5– Inteligentní podprsenka	17
Obrázek č. 6 – Dětský obleček s čidly.....	18
Obrázek č. 7 – Inteligentní plavky.....	19
Obrázek č. 8 – Textilní klávesnice.....	20
Obrázek č. 9 – Měření elektrické vodivosti měděného drátu.....	32
Obrázek č. 10 - Steh 301.....	33
Obrázek č. 11 - Steh 409.....	33
Obrázek č. 12 - Steh 504.....	34
Obrázek č. 13 - Vytvořená vodivá dráha pomocí vázaného stehu - rubní strana.....	35
Obrázek č. 14 - Vodivá dráha vytvořená stehem 409.....	35
Obrázek č.15 - Vodivá dráha vytvořená stehem 504.....	36
Obrázek č. 16 - Znázorněny použité druhy a jejich části.....	37
Obrázek č. 17 - Znázorněny použité průchodky a jejich části.....	38
Obrázek č. 18 – Proražení materiálu.....	38
Obrázek č. 19 – Vsunutá a omotaná průchodka měděným drátem.....	39
Obrázek č. 20 – Přiložená druhá část průchodky z rubové strany.....	39
Obrázek č. 21 – Přiložena narážecí destička pro stlučení průchodek.....	40
Obrázek č. 22 - Měření elektrického odporu vodivé dráhy před pracím cyklem.....	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka č.1 : Popis vzorku 1	28
Tabulka č.2: Popis vzorku 2.....	29
Tabulka č. 3: Naměřené hodnoty odporu a elektrické vodivosti jednotlivých materiálů.....	31
Tabulka č. 4: Znázornění šití pomocí měděného drátu.....	37
Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty naměřeného odporu před vypráním s měděným drátem o průměru 0,08.....	41
Tabulka č. 6: Měření elektrického odporu před pracím cyklem s měděným drátem o průměru 0,18	42
Tabulka č. 7: Průměrné hodnoty naměřeného odporu a přepočítané hodnoty vodivosti u jednotlivých drah s měděným drátem o průměru 0,08.....	42
Tabulka č.8 : Průměrné hodnoty naměřeného odporu a přepočítané hodnoty vodivosti u jednotlivých drah s měděným drátem o průměru 0,18.....	43

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1– Porovnání hodnot naměřeného el. odporu jednotlivých materiálů.....	31
Graf 2–Průměrné hodnoty naměřených odporů u vytvořených drah mezi pracími cykly měděného drátu o průměru 0,08	43
Graf 3–Průměrné hodnoty naměřených odporů u vytvořených drah mezi pracími cykly měděného drátu o průměru 0,18	44

PŘÍLOHA

Příloha č.1

Vzorky použitých materiálů

Měděný lakovaný drát

Typ materiálu:

Materiálové složení: měď

Průměr: 0,18mm

Návin: 1x125 km

Výrobce: Elektrisola



Měděný lakovaný drát

Typ materiálu:

Materiálové složení: měď

Průměr: 0,08mm

Návin: 1x125 km

Výrobce: Elektrisola

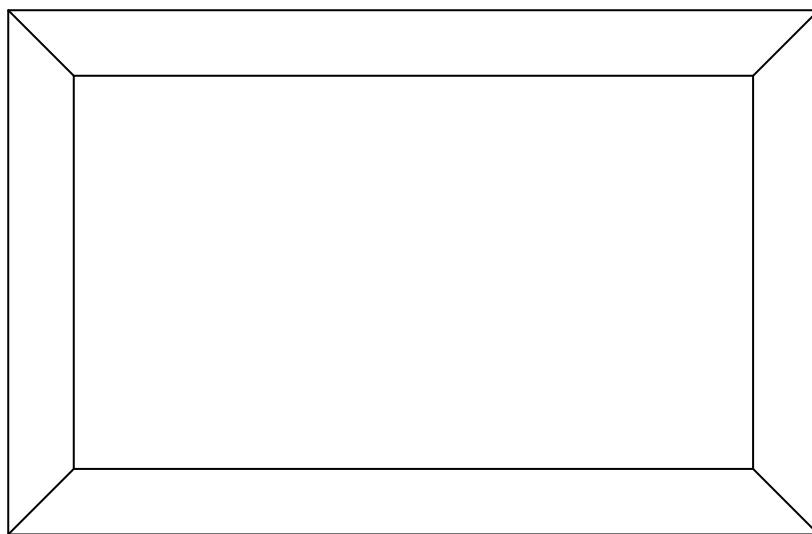


Tkanina

Složení: PES/ba

Vazba: plátňová

Dostava: 300 x 360 nití



PŘÍLOHA č.2

Použité šicí stroje

SIRUBA L818F-M1

Popis stroje:

Vysokorychlostní 1-jehlový šicí stroj na šití lehkých a středně těžkých materiálů se spodním podáváním, centrálním mazáním pro dlouhou životnost, komplet s výškově stavitelným stavcem, plnohodnotnou deskou 105x55cm s ergonomickou přední hranou a měřítkem, odkládací kapsa na cívky a zásuvka na nářadí, spojkový motor 1x240V nebo 3x380V dle potřeby.

Technické parametry:

- jehla DBx1 # 11-14/75-90
- délka stehu max. 5mm
- zdvih patky 5,5mm ruční/13mm kolenní pákou
- otáčky max. 4500-5000 ot./min.



Brother Industries – DT4-B261

Popis stroje:

Vysokorychlostní 1-jehlový, 2-nitný šicí stroj řetízkovým stehem, pro lehké a středně těžký materiál, centrální mazání, odkládací kapsa na cívky a zásuvka na nářadí, spojkový motor 1x240V nebo 3x380V dle potřeby.

Technické parametry:

- jehelní systém 149x7
- délka stehu max. 4,2mm
- otáčky 7500 st./min



SINGER 831

Popis stroje:

Vysokorychlostní 1-jehlový, 3 nitný plochý overlock se spodním podáváním (zapuštěný ve stole), pro středně těžký materiál, šití se současným ořezem, jednoduché nastavování diferenciálního podávání, centrální mazání, s ergonomickou přední hranou a měřítkem, odkládací kapsa na cívky a zásuvka na nářadí, spojkový motor 1x240V nebo 3x380V dle potřeby.

Technické parametry:

- jehelní systém B-27
- délka stehu max. 4mm
- otáčky 7500 st./min



Příloha č. 4
Naměřené hodnoty elektrického odporu
měděného drátu

	Steh 301		Steh 409		Steh 504	
	Průchodky	Druky	Průchodky	Druky	Průchodky	Druky
Aritmetický průměr	3,05	5,4	2,9	0,33	4,34	1,5
Směrodatná odchylka	2,31	7,79	1,5	0,24	2,43	0
Variační koeficient [%]	75,7	144,3	52,03	72,8	56,1	0

Výpočet naměřených hodnot pro měděný drát o průměru 0,08

	Steh 301	
	Průchodky	Druky
Aritmetický průměr	1,52	0,15
Směrodatná odchylka	1,55	0,06
Variační koeficient	102,2	38,5

Výpočet naměřených hodnot pro měděný drát o průměru 0,18

Příloha č. 5
Použité přístroje pro měření
elektrického odporu

Fagor FCH - 1260

Popis přístroje:

Volně stojící automatická pračka s předním plněním. Energetická třída A a výkon, účinnost A.

Parametry:

- Dvířka o průměru 30 cm, otevírání 180°
- Počet otáček 1200 ot./min.
- Náplň prádla 5 kg
- Spotřeba vody 49 l
- Třídy A-A
- Spotřeba el. energie 0,95 kWh
- Volba otáček 1200/1000/800/600/400/0

FK technics FK17B

Popis přístroje:

Model HHM290 v sobě slučuje funkce digitálního multimetru i teploměru. Přístroj má zabudován infra-senzor pro bezdotykové měření teploty a kruhový laserový zaměřovač. Dále je vybaven optikou 10:1. Multimetr měří a zobrazuje napětí, proud, rezistenci, induktanci, kapacitaci a frekvenci. Rovněž má dva termočláňkové vstupy typu K pro dotykové měření teploty. Zvláštní funkce zahrnují měření rozdílu teplot T1-T2, měření minimální, maximální a průměrné hodnoty, manuální/automatické přepínání měřících rozsahů a zabudovaný časovač.

Velmi kvalitní digitální multimetr s 3 3/4 místným displejem s automatickým nastavením měřících rozsahů a podsvíceným displejem pro profesionální použití.

Parametry:

- displej : LCD, 3 3/4místný, max. zobrazení 9999 při měření frekvence
- maximální četnost měření: 3 měření za sekundu, odpor a kapacita: 1 měření za sekundu
- překročení měřícího rozsahu: bliká nejvyšší platná číslice
- provozní teplota – 0°C až + 40°C
- maximální napětí proti zemi: 1000DC/ 750V AC
- napájení: destičková baterie 9V typu „F22“
- životnost baterie: 1000 hodin
- hmotnost: 260g

- DC napětí: 400 mV až 1000 V
- AC napětí: 4 V až 750 V
- DC proud: 400 μ A až 20 A
- AC proud: 400 μ A až 20 A
- Odpor: 400 Ohm až 40 MOhm
- Kapacita: 4 nF až 200 μ F
- Frekvence: 100 Hz až 10 MHz
- Střída: 0,1 až 99%
- Teplota: -20°C až 750°C
- Diodový test
- Akustický test
- Podsvícený displej
- Napájení: 1x baterie 9 V, typ 6F22 (alkalická)